

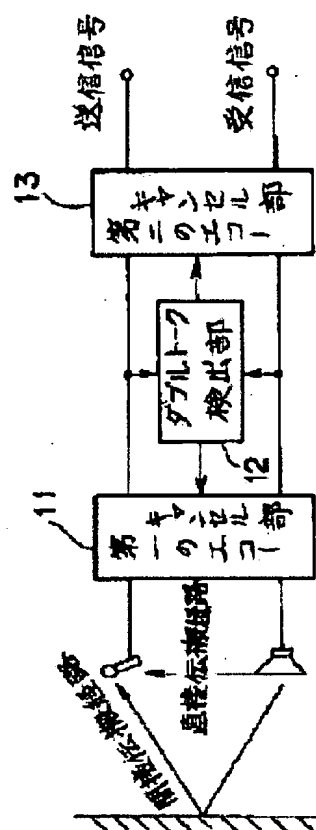
ECHO CANCELLER

Patent number: JP5048547
Publication date: 1993-02-26
Inventor: SAKAI YOSHIHIRO; others: 04
Applicant: FUJITSU LTD
Classification:
- international: H04B15/00
- european:
Application number: JP19910224581 19910809
Priority number(s):

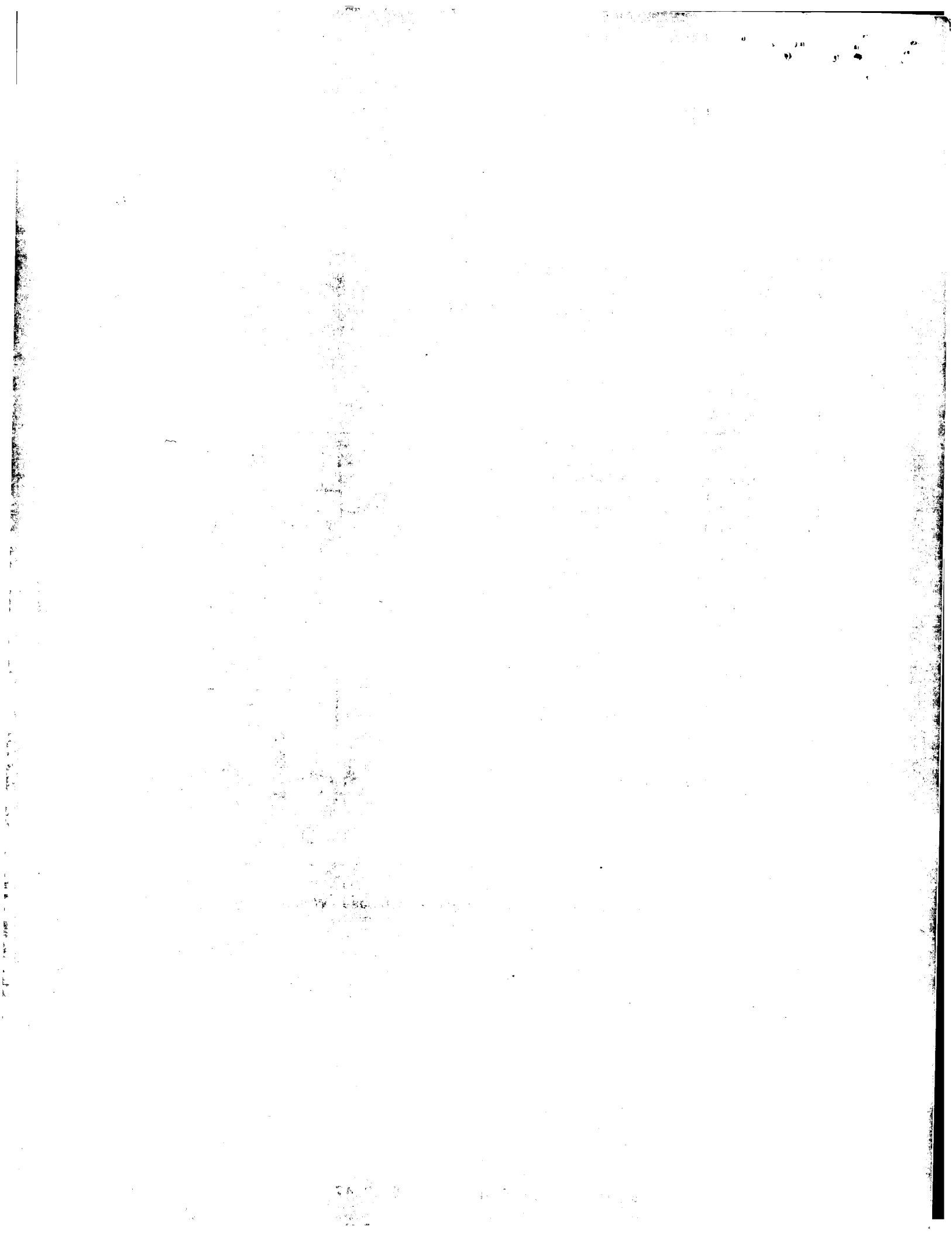
Abstract of JP5048547

PURPOSE: To reduce residual echo by detecting a double-talk state more accurately so as to prevent deterioration in precision of an echo path estimate based on a fact of adaptive control having been implemented in the double-talk state.

CONSTITUTION: A filter coefficient of a 1st echo cancel section 11 cancelling an echo through a direct propagation path is set fixedly in matching with the direct propagation path. A double talk detection section 12 is a section detecting a double-talk state by using an output signal of the 1st echo cancel section 11 and a filter coefficient of a 2nd echo cancel section 13 is adaptively revised, in which an echo through an indirect propagation path is cancelled from an output signal of the 1st echo cancel section 11 and the revision of the coefficient is stopped while the double-talk state is detected by the double-talk detection section 12.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-48547

(43)公開日 平成5年(1993)2月26日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 4 B 15/00

識別記号

庁内整理番号

9298-5K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全12頁)

(21)出願番号 特願平3-224581

(22)出願日 平成3年(1991)8月9日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 坂井 良広

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 田中 良紀

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 谷口 智彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 小林 隆夫

最終頁に続く

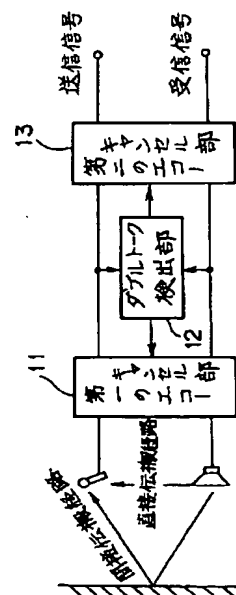
(54)【発明の名称】 エコーキャンセラ

(57)【要約】

【目的】 本発明はテレビ音声会議電話や音声会議電話などで用いられるハンズフリー形の拡声電話機などに装備されるエコーキャンセラに関するものであり、ダブルトーク状態の検出をより正確に行えるようにして、ダブルトーク状態時に適応制御を行ってしまったことに基づくエコー経路推定の精度の劣化を防止して残留エコーを減少させることを目的とする

【構成】 直接伝搬経路を経たエコーを消去する第1のエコーキャンセル部11であってそのフィルタ係数が直接伝搬経路に合わせて固定的に設定されたものと、第1のエコーキャンセル部11の出力信号を用いてダブルトーク状態を検出するダブルトーク検出部12と、間接伝搬経路を経たエコーを第1のエコーキャンセル部11の出力信号から消去する第2のエコーキャンセル部13であってそのフィルタ係数が適応的に更新され、ダブルトーク検出部12でダブルトーク状態が検出されている間はその係数更新を停止するものとを具備したものである。

本発明に係る原理説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直接伝搬経路を経たエコーを消去する第1のエコーキャンセル部(11)であってそのフィルタ係数が該直接伝搬経路に合わせて固定的に設定されたものと、

該第1のエコーキャンセル部の出力信号を用いてダブルトーク状態を検出するダブルトーク検出部(12)と間接伝搬経路を経たエコーを該第1のエコーキャンセル部の出力信号から消去する第2のエコーキャンセル部(13)であってそのフィルタ係数が適応的に更新され、該ダブルトーク検出部でダブルトーク状態が検出されている間はその係数更新を停止するものとを具備したエコーキャンセラ。

【請求項2】 上記第1のエコーキャンセル部は、フィルタ係数が固定的であることに換えて、直接伝搬経路の緩やかな特性変動に適應する係数更新を行うように構成された請求項1記載のエコーキャンセラ。

【請求項3】 上記第1のエコーキャンセル部は、上記ダブルトーク検出部でダブルトーク状態が検出されている間は係数更新を停止するように構成された請求項2記載のエコーキャンセラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はテレビ音声会議電話や音声会議電話などで用いられるハンズフリー形の拡声電話機などに装備されるエコーキャンセラに関するものである。

【0002】 テレビ音声会議電話システム等で用いられる拡声電話機では、スピーカからの出力音が直接に、あるいは部屋の壁などで反射して残響となってマイクロホンに回り込むことによってエコーが生じ、このエコーが快適な通話を妨げる。エコーキャンセラはかかるエコーを除去するために用いられる。

【0003】

【従来の技術】 ハンズフリー形の拡声電話機に用いられるエコーキャンセラの従来例が図7に示される。図7において、相手側から受信された受信信号 R_m はスピーカ1から受信音 R として放音される。この受信音 R の一部はエコー経路を経て送信側のマイクロホン2に回り込み、エコー E となって送信信号 S_m に重畳する。この送信信号 S_m に重畳したエコー E はエコーキャンセル部6によって除去されて送信信号 S_{out} として相手側に送信される。

【0004】 エコーキャンセル部6はエコー信号 E に等しい大きさの疑似エコー e を生成し、これを送信信号 S_m から差し引くことによってエコー E を消去する回路であり、データメモリ61、フィルタ62、係数メモリ63、係数更新回路64等で構成される適応フィルタ(ADF)からなる。疑似エコー e は受信信号 R_m をエコー経路のインパルス応答と等しい特性を持つ適応フィルタ

を通すことによって得られる。適応フィルタはエコー経路の特性を推定し、フィルタ係数がそれと等しい特性を持つように適応的に制御されるが、この制御はエコーキャンセラから出力される送信信号 S_{out} が最小となるように適応フィルタの係数を更新することによって行われる。このような更新を行う適応アルゴリズムとしては例えば「学習同定法」がある。

【0005】 ところで、このようなエコー経路の推定中に送話音声 V が存在すると、適応フィルタにとっては外乱となり、推定精度は著しく劣化する。その結果、エコーキャンセラの出力 S_{out} には消去しきれないエコー、すなわち残留エコーが含まれる。そこで、かかるダブルトーク状態においては、これを検出してその間にわたりエコーキャンセル部6での適応制御すなわち係数更新制御を停止することにより推定精度の劣化を防止する必要がある。

【0006】 ダブルトーク検出部5はこのようなダブルトーク状態を検出するための回路である。このダブルトーク検出部5は、受信信号 R_m のレベル L_r を算出するレベル算出回路51と、送信信号 S_m のレベル L_s を算出するレベル算出回路52と、レベル L_r とレベル L_s のレベル比 C ($C=L_s/L_r$)を計算するレベル比計算回路53と、このレベル比 C を所定のしきい値 K と比較してダブルトーク検出信号 DT を出力する比較器54とで構成される。

【0007】 このダブルトーク検出部5はダブルトーク状態の検出のために以下のような方法を用いている。受信信号 R_m のレベル L_r と送信信号 S_m のレベル L_s とをレベル算出回路51、52で求めて、さらにレベル比計算回路53でそのレベル比 C ($=L_s/L_r$)を得る。ここで、送話音声 V が存在しない場合には送信信号 S_m のレベル L_s は受信信号 R_m のエコー経路の利得 G によって決まり、

$$L_s = L_r \times G \quad \dots (1)$$

となる。一方、送話音声 V が存在する場合にはその分だけ送信信号 S_m のレベル L_s が高くなるので、

$$L_s > L_r \times G \quad \dots (2)$$

となる。そこで、レベル比 C とエコー経路の利得 G に相当するしきい値 K とを比較し、

$$C > K \quad \dots (3)$$

であればダブルトーク状態と判断し、適応フィルタの係数更新を停止する制御を行っている

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 従来のダブルトークの検出方法では、送話音声 V のレベルに比べてエコー E のレベルが大きい場合には、送話音声 V の有無に対するレベル比 C の変化が小さくなるので、式(3)により送話音声の有無を判断することが難しくなり、送話音声 V があってもダブルトーク検出されなかったり、あるいは検出が遅れたりし、その結果、エコー経路推定の精度が劣

化して残留エコーが増大してしまうという問題があった。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ダブルトーク状態の検出をより正確に行えるようにすることにあり、それによりダブルトーク状態時に適応制御を行ってしまったことに基づくエコー経路推定の精度の劣化を防止して残留エコーを減少させるものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】図1は本発明に係る原理説明図である。本発明に係るエコーキャンセラは、一つの形態として、直接伝搬経路を経たエコーを消去する第1のエコーキャンセル部11であってそのフィルタ係数が直接伝搬経路に合わせて固定的に設定されたものと、第1のエコーキャンセル部11の出力信号を用いてダブルトーク状態を検出するダブルトーク検出部12と、間接伝搬経路を経たエコーを第1のエコーキャンセル部11の出力信号から消去する第2のエコーキャンセル部13であってそのフィルタ係数が適応的に更新され、ダブルトーク検出部12でダブルトーク状態が検出されている間はその係数更新を停止するものとを具備したものである。

【0011】また本発明に係るエコーキャンセラは、他の形態として、上述のエコーキャンセラにおいて、第1のエコーキャンセル部11が、フィルタ係数が固定的であることに換えて、直接伝搬経路の緩やかな特性変動に適応する係数更新を行うように構成されたものである。

【0012】また本発明に係るエコーキャンセラは、また他の形態として、上述の後者のエコーキャンセラにおいて、第1のエコーキャンセル部11が、ダブルトーク検出部12でダブルトーク状態が検出されている間は係数更新を停止するように構成されたものである。

【0013】

【作用】拡声電話機にエコーキャンセラを適用した場合を例にして説明すると、拡声電話機でのスピーカ・マイクロホン間の音響結合の要因は図2に示されるように直接音と残響音に大別される。ここで直接音はスピーカから出た音が拡声電話機のきょう体や空間を伝わる直接的な伝搬経路を経てマイクロホンに達する音である。また残響音はスピーカから出た音が拡声電話機の置かれた部屋の壁、床、天井等で反射した間接的な伝搬経路を経てマイクロホンに戻ってくる音である。

【0014】この直接音と残響音とを比較すると、次のような性質がある。

(1) 直接音はスピーカとマイクロホンの音響的特性、スピーカ・マイクロホン間の距離、および電話機きょう体の音響的特性によって決まるものであり、部屋の寸法や壁の材質、拡声電話機が置かれている位置などの周囲環境と関係がなく、その伝搬経路の特性はほぼ固定的と考えることができる。これに対して残響音はこれら周囲

環境の影響を受け、その伝搬経路特性は周囲環境の変化に応じて変わるものであり、このため時間的な変動が大きい。

(2) 直接音はスピーカからマイクロホンへ至近距離で到達する音であるため余り減衰しないが、残響音は空間を伝搬する経路が長いことや反射を含んでいるため減衰が大きい。このため、直接音と残響音の大きさを比較すると、残響音に対して直接音が遙かに大きい。

【0015】一般のエコーキャンセラは直接音によるエコー経路の特性（インパルス応答） G_d と残響音によるエコー経路の特性（インパルス応答） G_r の和 G を一つのエコー経路特性（インパルス応答）としてとらえ、これに対してエコー消去の処理を行っているものである。

【0016】これに対し、本発明に係るエコーキャンセラは、直接音によるエコーと残響音によるエコーとをそれぞれ別々のエコーキャンセル部で消去するようにすることで、ダブルトーク状態の検出を容易にするものである。すなわち第1のエコーキャンセル部11でまず直接音のエコー成分を除去する。すると、残りのエコーすなわち残響音のエコー成分は直接音エコー除去前のエコー全体よりもそのレベルが遙かに小さくなる。ダブルトーク検出部12は、直接音のエコー成分が除去された後の信号を用いてダブルトーク状態を検出することになるが、残響音エコー成分はレベルが小さいことからその検出は正確に行えるようになる。

【0017】第2のエコーキャンセル部13は第1のエコーキャンセル部11から出力される信号から残響音エコー成分を消去する。この際、ダブルトーク検出部12でダブルトーク状態が検出された時にはその間、フィルタ係数の更新を停止する。

【0018】また本発明に係る2番目の形態のエコーキャンセラでは、第1のエコーキャンセル部11は直接伝搬経路の緩やかな特性変動を補償するようにフィルタ係数を更新する。これにより直接伝搬経路の経年変化等によりエコー消去特性が劣化することを防止している。

【0019】さらに本発明に係る3番目の形態のエコーキャンセラでは、第1のエコーキャンセル部11のフィルタ係数の更新を、ダブルトーク状態時には停止するようにしており、これによりダブルトークによって係数更新が妨害を受けて特性劣化を起こすことを防いでいる。

【0020】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。なお、以下に説明する各図を通じて同じ回路要素には同じ参照番号を付するものとする。

【0021】図3には本発明の一実施例としてのエコーキャンセラが示される。図3において、1は受信信号 R_{in} を受信音Rに電気／音響変換するスピーカであり、2は受信音RのエコーEと送話音声Vを送信信号 S_{in} に音響／電気変換するマイクロホンである。スピーカ1からの受信音Rの一部は直接音と残響音のエコー経路をそれ

ぞれ経てマイクロホン2にエコーEとして入力される。したがってエコーEは直接音によるエコー成分 E_d と残響音によるエコー成分 E_r とからなるものと考えることができる。

【0022】3はマイクロホン2から入力された送信信号 S_{in} から直接音エコー成分 E_d を消去する直接音用エコーキャンセル部、4は直接音用エコーキャンセル部3の出力信号 S_{out1} から残響音エコー成分 E_r を消去する残響音用エコーキャンセル部、5は直接音用エコーキャンセル部3の出力信号と受信信号 R_{in} とに基づいてダブルトーク状態を検出するダブルトーク検出部である。

【0023】直接音用エコーキャンセル部3は受信信号 R_{in} を取り込むデータメモリ31、受信信号 R_{in} を通すことで直接音エコー成分 E_d の疑似エコー e_d を生成するフィルタ32、フィルタ32に設定するフィルタ係数を保持する係数メモリ33、マイクロホン1から入力された送信信号 S_{in} からフィルタ32の疑似エコー e_d を減じることでエコー成分 E_d を消去する減算器30等を含み構成される。この直接音用エコーキャンセル部3は直接音のエコー成分 E_d を消去するためのものであり、直接音の伝搬特性はほぼ固定的と考えることができるから、その係数メモリ33の内容はインパルス応答 G_d に相当するものが固定的なデータとして格納されている。

【0024】ダブルトーク検出部5は従来の技術の項で説明したと同じように、レベル算出回路51と52、レベル比計算回路53、比較器54を含み構成され、比較器54から出力されたダブルトーク検出信号DTは残響音用エコーキャンセル部4に入力される。

【0025】残響音用エコーキャンセル部4は受信信号 R_{in} を取り込むデータメモリ41、受信信号 R_{in} を通すことで残響音エコー成分 E_r の疑似エコー e_r を生成するフィルタ42、フィルタ42に設定するフィルタ係数を保持する係数メモリ43、直接音用エコーキャンセル部3から出力された送信信号 S_{out1} からフィルタ42の疑似エコー e_r を減じることでエコー成分 E_r を消去する減算器40、減算器40から出力された送信信号 S_{out2} に基づいて係数メモリ43の内容を更新する係数更新回路44等を含み構成され、係数更新回路44はダブルトーク検出部5からダブルトーク状態を検出した時に出力されるダブルトーク検出信号DTを受信した時にはその間にわたって更新制御動作を停止するようになっている。この残響音用エコーキャンセル部4は直接音用エコーキャンセル部3により消去し切れなかった残りのエコー成分すなわち残響音エコー成分 E_r を消去するためのものであり、その構成としては従来のエコーキャンセル部6と同等の構成を持つが、その係数メモリ43の内容は係数更新が進むに従って残響音のインパルス応答 G_r に収束する。

【0026】この実施例装置の動作を以下に説明する。マイクロホン1にエコーEが入力されると、まず直接音

用エコーキャンセル部3によりこのエコーEのうちから直接音エコー成分 E_d が消去される。これにより直接音用エコーキャンセル部3から出力される送信信号 S_{out1} はエコーとしては残響音エコー成分 E_r のみを含むことになる。この残響音エコー成分 E_r は前述したように全体としてのエコーEよりもそのレベルが遙かに小さい。

【0027】ダブルトーク検出部5はこの直接音用エコーキャンセル部3から出力された送信信号 S_{out1} （すなわち送話音声Vがない時には残響音エコー成分 E_r ）と受信信号 R_{in} とのレベル比Cをレベル比計算回路53で求めて、このレベル比Cを用いて前掲の式（3）、すなわち $C > K$ か否か、に基づいてダブルトーク状態を検出する。この場合、従来はレベル比Cとして送信信号 S_{in} （すなわち送話音声Vがない時には全体としてのエコーE）と受信信号 R_{in} の比を求めていたため送話音声Vのレベルに比べてエコーEのレベルが大きい場合には送話音声Vの有無に対するレベル比Cの変化が少ないためダブルトーク状態の判断が難しかったが、上述の実施例装置では送話音声Vがない時には全体としてのエコーEに換えて残響音エコー成分 E_r に基づいて上述のレベル比Cを求めており、この残響音エコー成分 E_r は全体としてのエコーEよりもそのレベルが遙かに小さくなっているため、送話音声Vの有無に対するレベル比Cの変化が大きくなり、よって式（3）に基づくダブルトーク状態の判定が正確かつ迅速に行える。

【0028】残響音用エコーキャンセル部4は直接音用エコーキャンセル部3から出力された送信信号 S_{out1} について残響音エコー成分 E_r の消去を行い、残響音エコー成分 E_r を消去した送信信号 S_{out2} を出力する。この際のフィルタの係数更新は係数メモリ43の内容が係数更新が進むに従って残響音のインパルス応答 G_r に収束するように行われる。

【0029】この残響音用エコーキャンセル部4はダブルトーク検出部5でダブルトーク状態が検出されると、そのダブルトーク状態の間は係数更新回路44の動作が停止される。これによりダブルトークの状態においても、送話音声Vの影響でエコー経路の推定の精度が劣化することが防止され、良好なエコー消去特性を維持することが可能となる。

【0030】本発明の実施に当たっては種々の変形形態が可能である。図4にはかかる変形例としての本発明の他の実施例のエコーキャンセル部が示される。この実施例のエコーキャンセル部が前述の図3の実施例のエコーキャンセル部と相違する点は直接音用エコーキャンセル部3の構成が異なっていることであり、この図4の実施例の直接音用エコーキャンセル部3'は減算器30から出力される直接音エコー成分 E_d を消去後の送信信号 S_{out1} に基づいて係数メモリ34のフィルタ係数を更新する係数更新回路35を備えており、この係数更新回路35により係数メモリ34の内容をごく少量ずつ更新するように構

成したものである。

【0031】このように構成したのは、直接音用エコーキャンセル部は直接音エコー成分 E_d を消去するためのものであるが、この直接音エコー成分 E_d のインパルス応答 G_d 自身も経年変化等による電話機きょう体の物理的变化などで僅かながら変化するため直接音に対するエコー消去特性が次第に劣化することが考えられるので、係数メモリ34の内容をインパルス応答 G_d の変化に対応して少量ずつ更新することでそのエコー消去特性の劣化を防止するものである。

【0032】図5には本発明のまた他の実施例としてのエコーキャンセル部が示される。この実施例は図4の実施例のエコーキャンセル部を更に改良したもので、ダブルトーク検出部5でダブルトーク状態が検出された時には直接音用エコーキャンセル部3の係数更新回路36による係数更新が停止されるよう機能を追加したものである。これにより直接音用エコーキャンセル部3はダブルトークによって係数更新の精度が劣化することがなくなり、より精度良く係数メモリ34の更新を行えるようになる。

【0033】図6には本発明の更に他の実施例としてのエコーキャンセル部が示される。この実施例のエコーキャンセル部は図4の実施例のエコーキャンセル部をベースにしてそのハードウェア規模を削減するよう改良したものである。すなわち、図6の実施例では、残響音用エコーキャンセル部4のデータメモリ41を直接音用エコーキャンセル部3のデータメモリとしても共用することで図4の実施例におけるデータメモリ31を無くしており、それによりハードウェア規模の削減を図っている。

【0034】また更に他の実施例として、上述の各実施例において、直接音用エコーキャンセル部の係数メモリの内容と残響音用エコーキャンセル部の係数メモリの内容を加算して残響音用エコーキャンセル部4のフィルタ係数値として用いることにより、残響音用エコーキャンセル部4の係数メモリ43に必要な語長を短くしてハードウェア規模を削減することもできる。

【0035】なお上述の各実施例においては適応アルゴリズムとして学習同定法の他、アフィン投射法を用いることもできる。

【0036】また上述の各実施例では、本発明のエコー

キャンセル部をハンズフリー形の電話機に用いるものとして説明を行ったが、本発明はこれに限られるものではなく、エコー経路が直接経路と間接経路で構成されてそのレベル比が大であるようなシステムに、本発明のエコーキャンセル部は一般的に適用可能である。

【0037】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、ダブルトーク状態の検出がより正確に行えるようになる。これによりダブルトーク状態時に適応制御を行ってしまっただけに基づくエコー経路推定の精度の劣化が防止でき、よって残留エコーを減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る原理説明図である。

【図2】本発明に係る原理説明のための拡声電話機のエコー経路を説明する図である。

【図3】本発明の一実施例としてのエコーキャンセル部を示すブロック図である。

【図4】本発明の他の実施例としてのエコーキャンセル部を示すブロック図である。

【図5】本発明のまた他の実施例としてのエコーキャンセル部を示すブロック図である。

【図6】本発明の更に他の実施例としてのエコーキャンセル部を示すブロック図である。

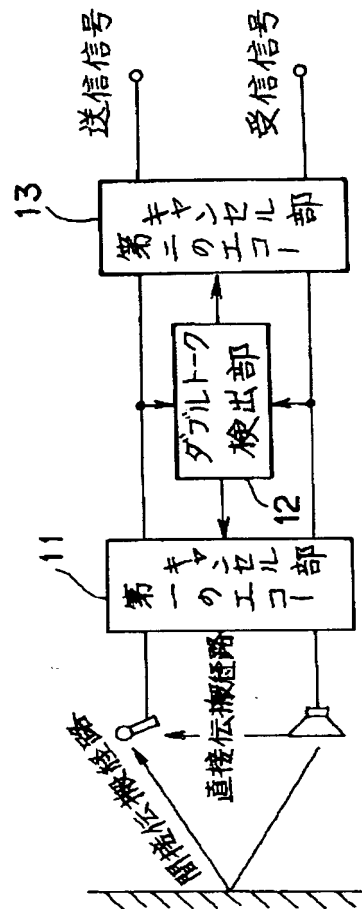
【図7】従来例としてのエコーキャンセル部を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 スピーカ
- 2 マイクロホン
- 3、3'、3"、3"' 直接音用エコーキャンセル部
- 4 残響音用エコーキャンセル部
- 5 ダブルトーク検出部
- 6 エコーキャンセル部
- 31、41、61 データメモリ
- 32、42、62 フィルタ
- 33、34、43、63 係数メモリ
- 35、36、44、64 係数更新回路
- 51、52 レベル算出回路
- 53 レベル比計算回路
- 54 比較器

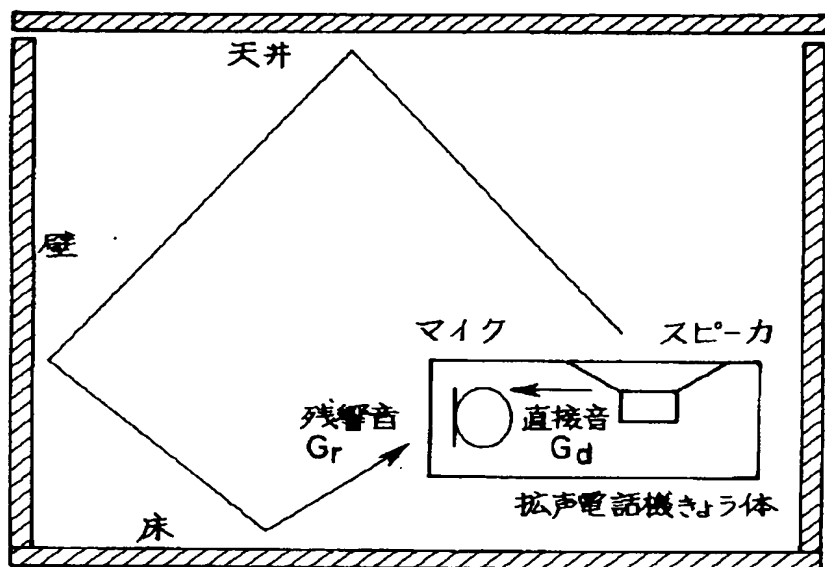
【図1】

本発明に係る原理説明図



【図2】

拡声電話機のエコー経路

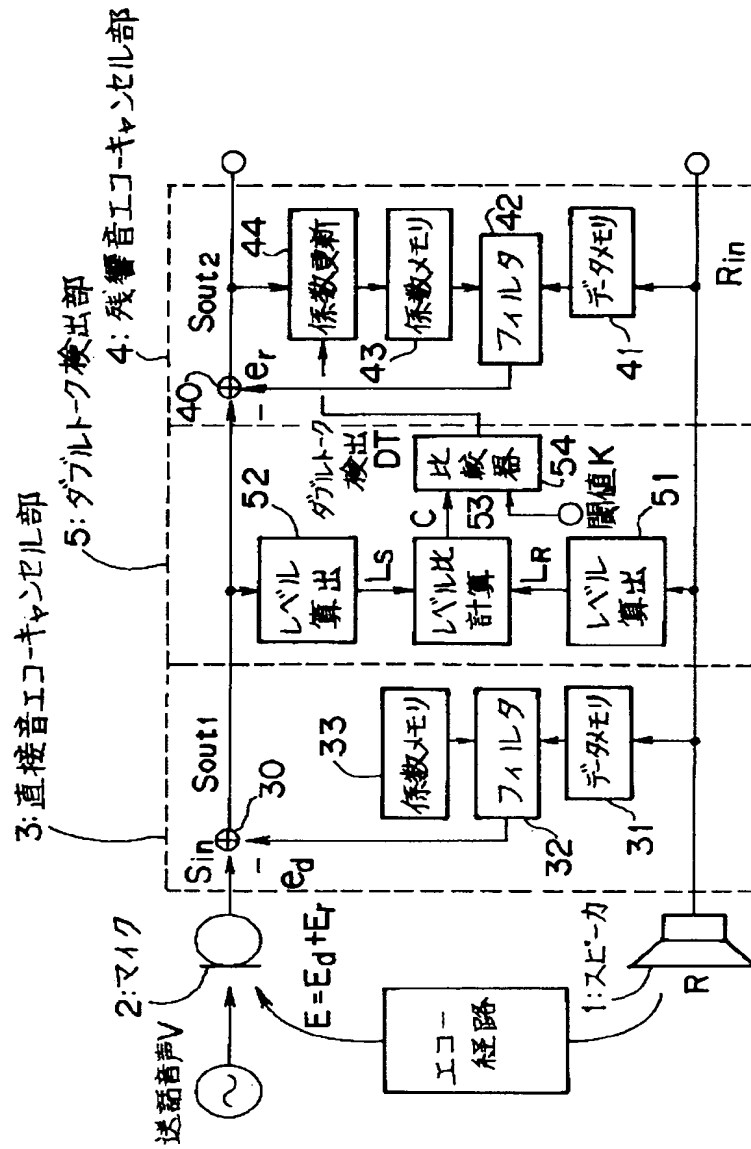


直接音のインパルス応答特性 G_d

残響音のインパルス応答特性 G_r

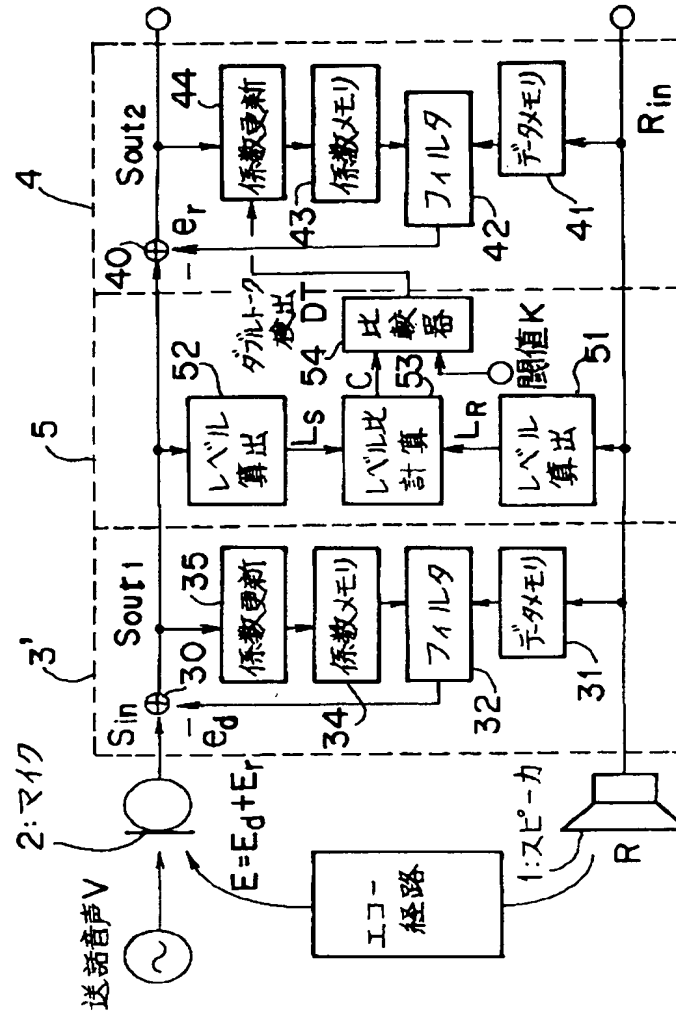
エコー経路インパルス応答特性 $G = G_d + G_r$

本発明の実施例



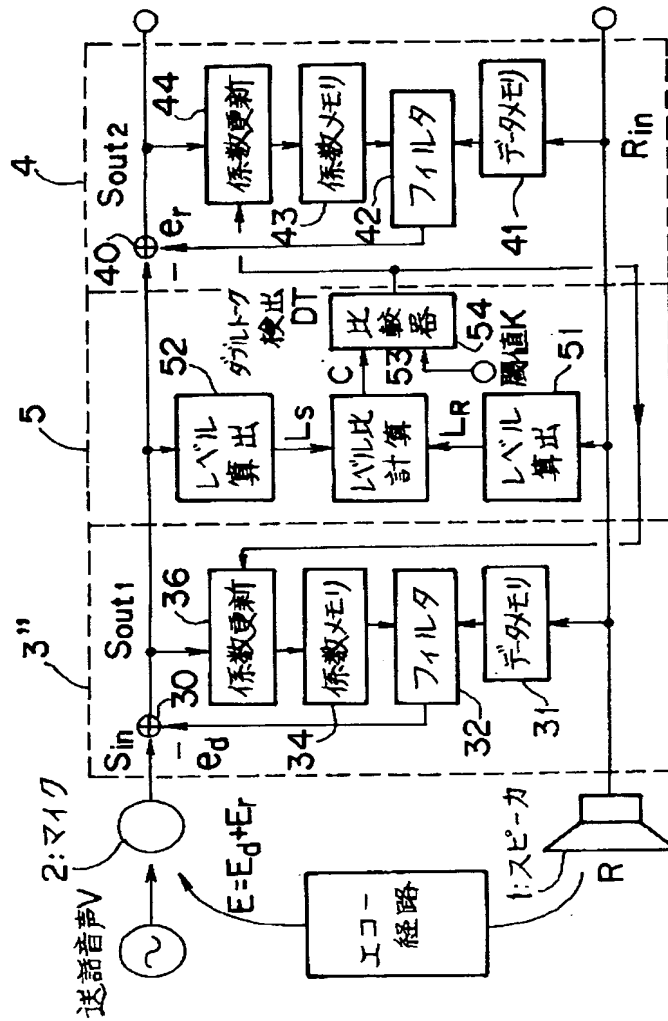
【図4】

本発明の他の実施例



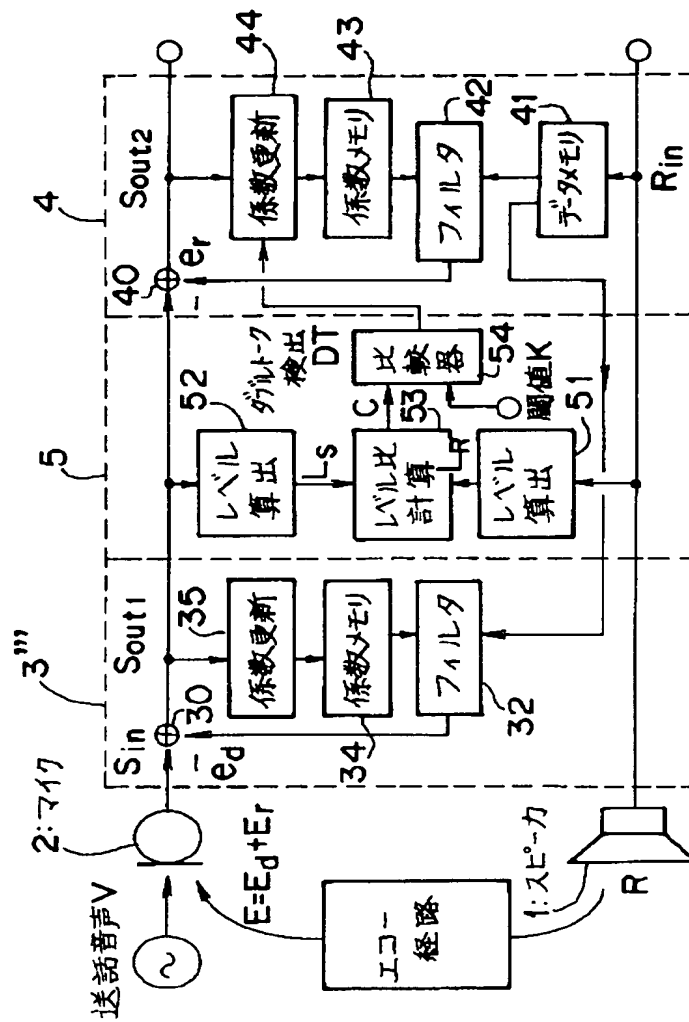
【図5】

本発明のまた他の実施例



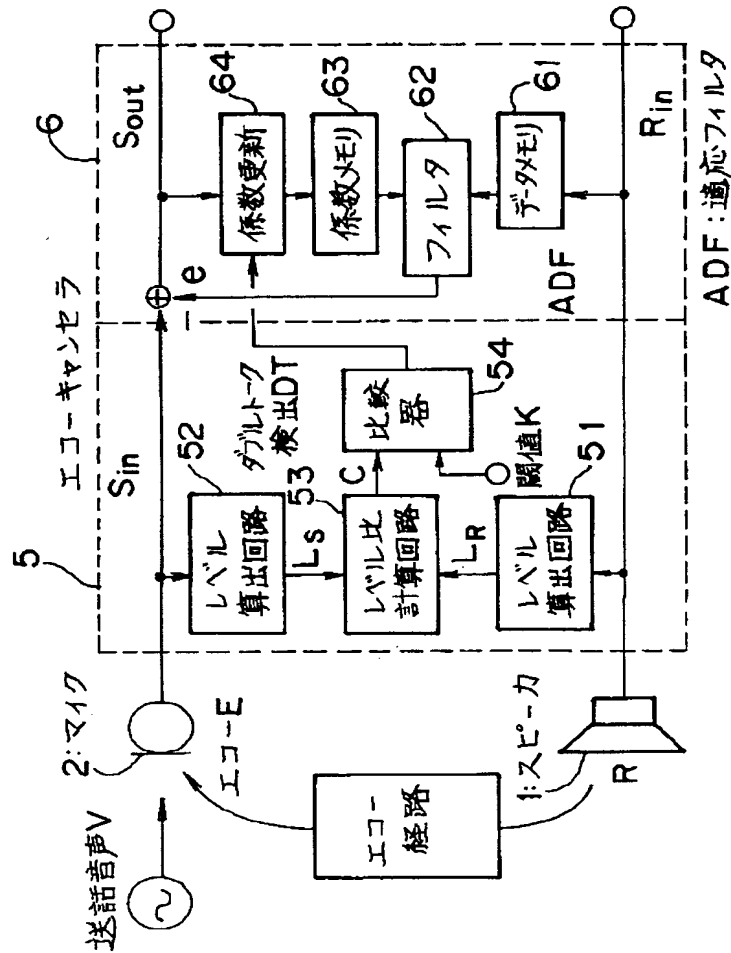
【図6】

本発明の更に他の実施例



【図7】

従来例



フロントページの続き

(72)発明者 栗原 秀明

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 天野 文雄

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内